

# UN EXEMPLE DE TECTONIQUE VIVANTE : LES FAILLES SUBACTUELLES DU PIED DE LA CORDILLÈRE BLANCHE (PÉROU)

B. DALMAYRAC

Géologue de l'ORSTOM  
24, rue Bayard, Paris-8°

## RÉSUMÉ

Un important réseau de failles normales affectant les dépôts quaternaires du pied de la Cordillère Blanche du Pérou central montre que des reliefs de plus de 4 000 m ont pu se former au cours du Quaternaire.

## ABSTRACT

The important system of normal faults that affect the quaternary sediments of the foot of the « Cordillera Blanca » of central Peru shows that important reliefs of more than 4 000 m could have been created during the Quaternary.

## RESUMEN

La importante red de failas normales que afectan los depósitos cuaternarios del pie de la Cordillera Blanca del Perú central, muestra que relieves de más de 4 000 m se han podido formar en el curso del Cuaternario.

## РЕЗЮМЕ

Значительная сеть нормальных сбросов, образовавшаяся в четвертичных наносах у подножия Белой Кордильеры, в центральном Перу, показывает, что превышающие 4.000 м рельефы могли возникнуть в течение четвертичного периода.

Il est généralement admis que le relief de la Cordillère Blanche des Andes est dû à un bombement d'ensemble d'âge miocène supérieur-pliocène inférieur, suivi d'un réajustement par un jeu de failles d'âge plio-quaternaire ayant différencié localement des horsts et des grabens responsables des reliefs élevés et des dépressions effondrées.

Un important réseau de failles normales subactuelles au pied de la Cordillère Blanche du Pérou, montre que des reliefs de plus de 4 000 m ont pu se former au cours du Quaternaire et que la Cordillère Blanche continue à se soulever actuellement.

Située dans la partie axiale de la Cordillère Occidentale des Andes du Pérou central, la Cordillère Blanche s'étend sur environ 180 km de long suivant une direction NNW entre 8° 15' S et 10° S. Elle constitue un important relief dont de nombreux sommets dépassent 5 500 m et culmine à 6 880 m au Huascarán. Cette cordillère domine à l'ouest une dépression allongée d'environ 5 km de large où coule le rio Santa et dont l'altitude moyenne ne dépasse pas 2 500 m.

## CONTEXTE GÉOLOGIQUE (fig. 1)

La Cordillère Blanche est constituée par un complexe plutonique d'environ 200 km de long sur 25 à 30 km de large, de composition essentiellement granodioritique, intrusif pour l'essentiel dans une série gréso-pellitique du Tithonique. De façon générale WILSON *et al.* (1967) admettent que la mise en place du batholite de la Cordillère Blanche s'est faite par intrusion, les processus de « stoping » et d'assimilation n'ayant joué qu'un rôle mineur.

En ce qui concerne son âge, EGELER ET DE BOOY (1956) signalent que l'intrusion recoupe les volcanites

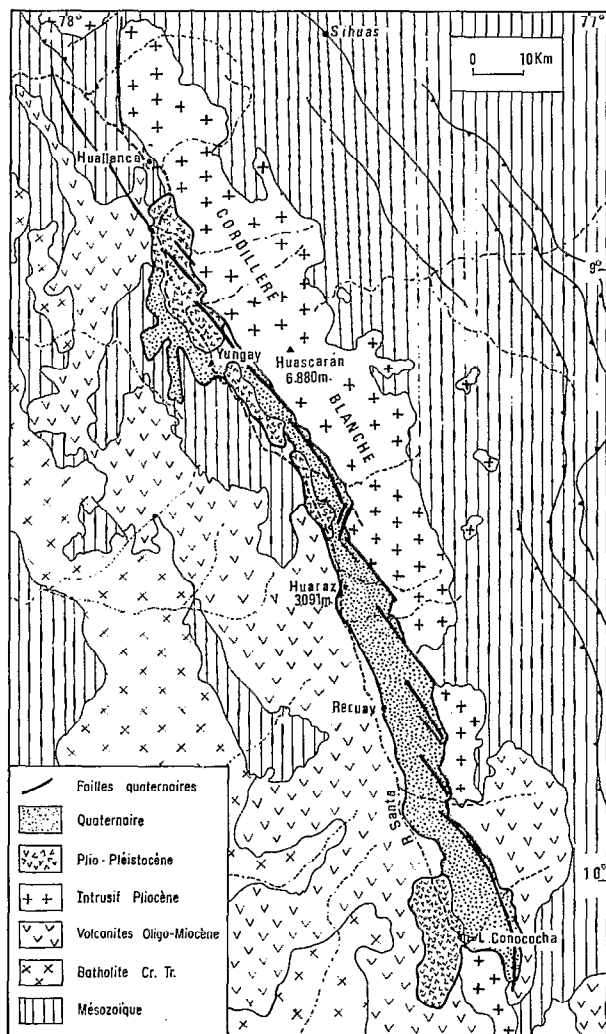


FIG. 1. — Carte géologique généralisée de la Cordillère blanche.

plissées qu'ils attribuent au Tertiaire inférieur alors que la minéralisation associée est recoupée par la surface d'érosion « Puna » d'âge vraisemblablement pliocène. On pense maintenant (AUDEBAUD *et al.*, 1973) que ces volcanites sont d'âge oligocène à miocène, ce qui indiquerait que la mise en place du batholite de la Cordillère Blanche pourrait être au moins en partie pliocène.

Par ailleurs on connaît quelques âges K. Ar. relatifs au batholite de la Cordillère Blanche, EVERDEN (*in* J.J. WILSON, 1967) signale un âge de 6 m. a. GILETTI

et DAY (1968) ont obtenu, sur biotites  $9,1 \pm 0,4$  m.a., enfin PITCHER (*in* COOBING et PITCHER, 1972) indique une valeur entre 3 et 12 m.a. L'ensemble de ces données, bien que ponctuelles, permet d'attribuer au batholite de la Cordillère Blanche, un âge allant peut-être jusqu'au Pliocène.

Si l'on considère que la mise en place du batholite a été suivie d'une période d'érosion responsable de la formation, de la surface « Puna » d'altitude modeste, on peut d'ores et déjà penser que la formation des hauts reliefs de la Cordillère Blanche a dû avoir lieu, au moins en partie au cours du Quaternaire.

La Cordillère Blanche est bordée à l'W par un demi-graben rempli de dépôts récents. Le substratum de ce graben est constitué par des sédiments crétacés fortement plissés, des roches intrusives de la Cordillère Blanche et des volcanites oligo-miocènes. L'ensemble est tronqué par une surface d'érosion irrégulière recouverte par des tufs volcaniques et des dépôts fluviolacustres d'une épaisseur totale de 200 à 250 m.

Il s'agit de tufs blancs à gris clairs très friables, mal stratifiés, de composition dacitique, et localement d'ignimbrites\*. A ce matériel volcanique sont associés des dépôts fluviolacustres constitués de marnes bleues, d'argiles verdâtres semi-plastiques, de graviers et de grès micacés gris clair. Il est intéressant de noter que ce fluviolacustre ne contient jamais de gros blocs qui laisseraient supposer l'existence de reliefs importants à proximité. En accord avec WILSON *et al.* (1967) il semble que cette formation essentiellement volcanique puisse correspondre aux tufs et ignimbrites du Plio-Pléistocène connus dans d'autres régions du Pérou central.

Cette formation plio-pléistocène est recouverte par une importante accumulation de moraines et de vastes épanchements fluvi-glaciaires correspondant à deux glaciations principales du Quaternaire. Ces terrains sont essentiellement constitués de gros blocs de roches intrusives qui témoignent de l'existence de reliefs élevés à proximité.

#### CONTROLE STRUCTURAL DE LA RÉGION (fig. 2)

Le contact entre la dépression du rio Santa et la Cordillère Blanche est brutal ; il correspond à une importante zone de failles qui se poursuit tout le long du flanc occidental de la cordillère. Ces failles nor-

\* Des échantillons d'ignimbrites ont été prélevés par C. Lefèvre en vue de leur datation radiométrique.

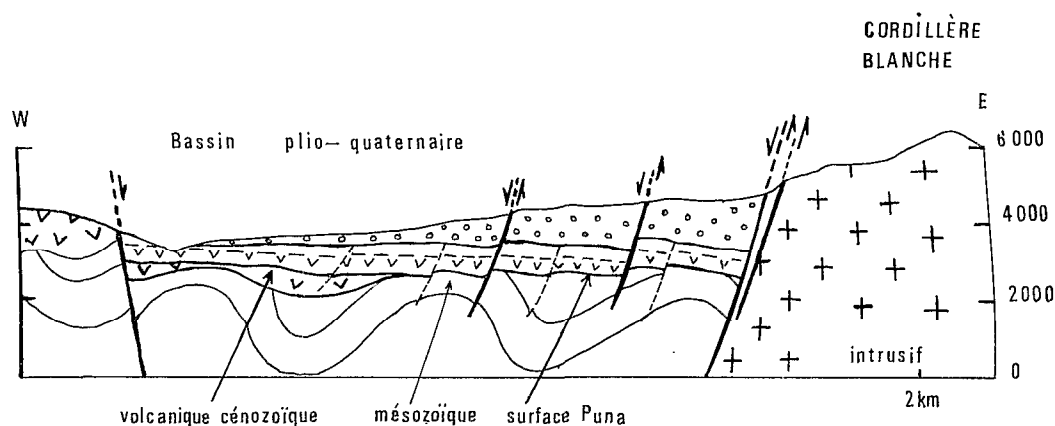


FIG. 2. — Coupe du bassin plio-quaternaire au pied de la Cordillère Blanche.

males, bien visibles dans la bordure occidentale du massif intrusif ont une direction moyenne N 140°, elles ont toujours un pendage fort vers l'extérieur du massif. Les stries ont un pitch compris entre 70° et 90° indiquant un jeu en distension. Une étude portant sur quelques affleurements permet de définir une direction d'extension orientée N 65°.

Le matériel morainique quaternaire accumulé au pied de la Cordillère Blanche est affecté par un réseau de failles normales de direction N 140° à rejet variant entre 5 et 100 m et qui se poursuit sur environ 150 km. Certaines d'entre elles se prolongent dans le massif intrusif et dans les volcanites oligo-miocènes. Ceci semble prouver que les failles de la bordure de l'intrusif et celles qui affectent le Quaternaire constituent un même réseau. Signalons enfin que ces failles sub-actuelles se relaient en échelon. Cette disposition, bien visible au sud-est de Huaraz, fait penser à un mouvement à faible composante horizontale sénestre qui pourrait témoigner de l'existence d'un décrochement profond.

En ce qui concerne l'âge exact des failles quaternaires, les photographies présentées en annexe permettent de faire les observations suivantes : dans la vallée qu'emprunte la route Catac-Chavin on observe sur la rive droite de la rivière, à proximité de la lagune Querococha, un niveau conglomératique quaternaire épais d'une dizaine de mètres, décalé verticalement d'environ 200 m par une faille normale ; ce rejet relativement important ne se note pas dans la topographie. Par contre, environ 2 km en aval, une autre faille normale quaternaire décale les crêtes morainiques (ph. 1) ; son rejet varie de 5 à 15 m. Cette faille

est très récente car l'érosion, pourtant importante dans cette région, n'a pas encore effacé la dénivelée. De même sur la photo n° 7 on observe une faille normale d'environ 100 m de rejet qui décale d'anciens épanchements morainiques. Cette dénivelée, encore bien visible sur les versants, a été presque totalement effacée par le creusement récent de la vallée (partie droite de la photo). Postérieurement de nouvelles failles ont affecté les moraines latérales de cette vallée provoquant des escarpements au niveau des crêtes morainiques de l'ordre de 10 à 20 m.

De ces quelques observations il ressort qu'une partie des failles quaternaire est relativement ancienne puisque certains escarpements sont repris par l'érosion ; par contre un grand nombre d'entre elles sont très récentes étant donné qu'elles affectent les moraines de la dernière glaciation.

Les failles du pied de la Cordillère Blanche ont donc fonctionné durant une grande partie du Quaternaire.

Il n'existe pas de témoignages prouvant que les failles actuelles de la Cordillère Blanche ont joué durant les temps historiques. Par contre sur le flanc oriental de la cordillère, HEIM (1949) décrit, dans la région de Quiches (province de Sihuas) une faille normale qui s'est formée lors du tremblement de terre de 1946. Cette faille, de direction N 140° qui pend à 50° au SSW, se suit sur 4 km ; elle affecte les terrains crétacés et leur couverture quaternaire provoquant l'abaissement du bloc sud-ouest de 3,50 m. Il semble que cette faille de Quiches puisse être comparée au réseau de failles récentes du pied de la Cordillère Blanche ce qui prouverait leur activité sub-actuelle à actuelle.

De ces diverses observations il ressort, comme nous l'avons déjà signalé (MATTAUER, 1973) :

1. Que la Cordillère Blanche continue de monter au Quaternaire récent par rapport à la dépression du rio Santa qui la borde.

2. Que les mouvements subactuels jouent un rôle essentiel dans la création des hauts reliefs de la Cordillère Blanche.

3. Qu'il est fort probable que l'essentiel de la surrection de la Cordillère Blanche s'est effectué au cours du Quaternaire puisque le Plio-Pléistocène du bassin du rio Santa est constitué de niveaux argilo-marneux fins incompatibles avec l'existence à la même époque d'un relief important. Compte tenu de la différence d'altitude entre la Cordillère Blanche et la dépression du Rio Santa on peut admettre que l'amplitude du mouvement vertical est de l'ordre de 4 000 m ; il semble alors raisonnable de penser que la vitesse de surrection soit de l'ordre de 2 mm par an. La datation des ignimbrites associées aux dépôts fluvio-lacustres d'âge probable Plio-Pléistocène permettra de préciser la vitesse de surrection. Les séismes très fréquents dans cette région semblent prouver une surrection par secousses plutôt qu'un mouvement homogène d'ascension.

Au Pérou on connaît de très nombreux autres exemples de failles subactuelles ayant joué en distension.

Citons par exemple la faille de La Unión (9° 45' S - 76° 50' W) à environ 60 km au SE de la Cordillère Blanche. Cette faille de direction N 50° E qui recoupe la vallée de La Unión a rejoué au cours du Quater-

naire provoquant l'accumulation à l'ouest de dépôts quaternaires qui atteignent 900 m d'épaisseur et ennoient une très vaste zone (pampa de Huánuco Viejo). Dans le centre du Pérou, MÉGARD (1973) signale une tectonique quaternaire en compression mais également des failles en distension. Dans le sud du Pérou on connaît également de nombreux exemples de distension.

Il apparaît donc que les failles subactuelles en distension, si spectaculaires dans la Cordillère Blanche, représentent un phénomène général qui a joué un rôle important dans la formation des hauts reliefs de la chaîne des Andes.

Une étude complète de ces accidents est indispensable pour reconstituer le champ des déformations actuelles dans la chaîne des Andes.

#### REMERCIEMENTS

Je remercie en premier lieu les différents organismes dont le soutien financier et matériel m'a permis la réalisation d'une mission de longue durée au Pérou :

— La Direction de la Coopération Technique du Ministère des Affaires Etrangères ;

— L'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) ;

— Le Servicio de Geología y Minería du Pérou.

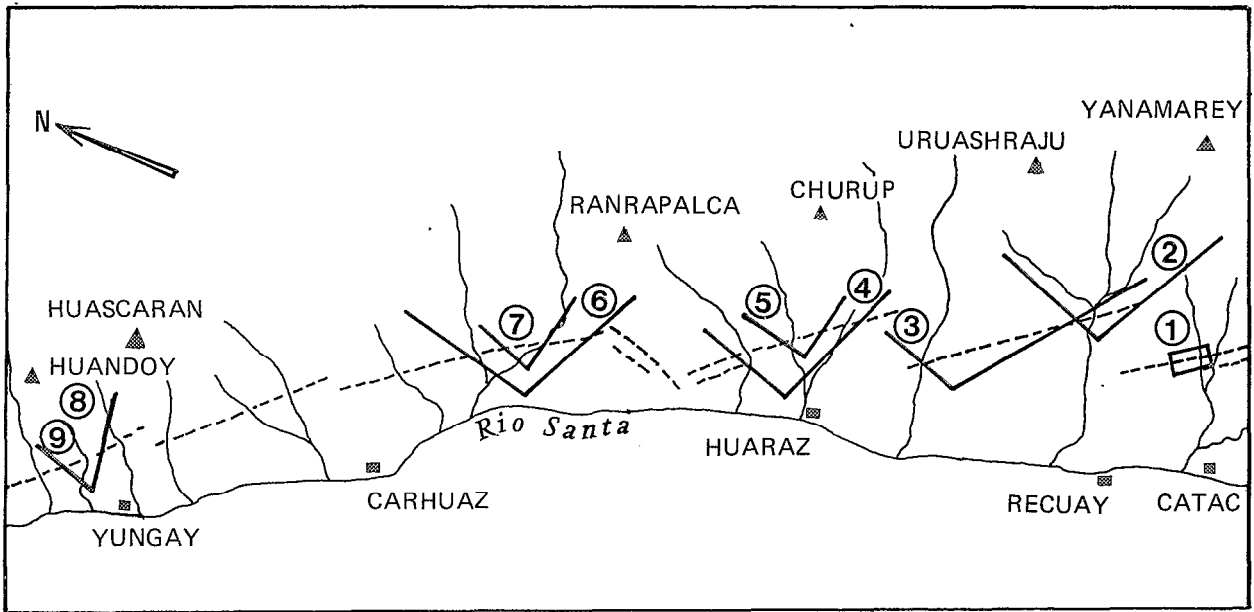
Je suis très reconnaissant au Servicio Aerofotográfico Nacional du Pérou qui a autorisé la publication des photographies.

Je remercie également Messieurs M. MATTAUER et F. MÉGARD pour les suggestions et les critiques apportées à ce travail.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AUDEBAUD (E.), CAPDEVILA (R.), DALMAYRAC (B.), DEBELMAS (J.), LAUBACHER (G.), LEFEVRE (C.), MAROCCO (R.), MARTINEZ (C.), MATTAUER (M.), MÉGARD (F.), PAREDES (J.), TOMASI (P.), 1973. — Les traits géologiques essentiels des Andes Centrales (Pérou, Bolivie). *Rev. Géog. phys. et Géol. dyn.*, XV (1-2), : 73-114.
- DEBELMAS (J.), TROTTERAU (G.), 1964. — Essai sur les grands traits structuraux et évolution des Andes du Pérou. *Rev. Géog. phys. et Géol. dyn.*, VI : 259-268.
- EGELER (C.G.) et de BOOY (T.), 1956. — Geology and petrology of part of Southern Cordillera Blanca, Peru. *Verh. Kon. Geol. Mijn. Genootsch.*, Geol. Ser., 17 (1) : 1-86.
- GILETTI (B.J.) and DAY (H.W.), 1968. — Potassium-Argon ages of igneous intrusive rocks of Peru. *Nature*, 220 : 570.
- HEIM (A.), 1949. — Observaciones geológicas en la región del terremoto de Ancash de noviembre de 1946. *Soc. Geol. Peru*, vol. Jubil. Part. 11, fasc. 6, 28 p.
- MATTAUER (M.), AUBOUIN (J.), AUDEBAUD (E.), DEBELMAS (J.), DOLLFUS (O.), DRESCH (J.), FAUCHER (B.), MATTAUER (M.), MÉGARD (F.), PAREDES (J.), SAVOYAT (E.), THIELE (R.), VICENTE (J.C.), 1973. — De quelques problèmes géologiques et géomorphologiques de la Cordillère des Andes. *Rev. Géog. phys. et Géol. dyn.* XV (1-2) : 207-216.
- MÉGARD (F.), 1973. — Etude géologique d'une transversale des Andes au niveau du Pérou central. Thèse USTL, Montpellier, 263 p.
- PITCHER (W.S.), in COBBING (E.J.) and PITCHER (W.S.), 1972. — The Coastal Batholith of central Peru. *J. Geol. Soc.*, Londres, 128 : 421-460.
- WILSON (J.J.), REYES (L.), GARAYAR (J.), 1967. — Geología de los cuadrángulos de Mollebamba, Tayabamba, Huaylas, Pomabamba, Carhuas y Huari. *Se v. Geol. Minería*, vol. 16, 95 p., Lima.

LES FAILLES SUBACTUELLES DE LA CORDILLÈRE BLANCHE (PÉROU)



Carte de localisation des photos.

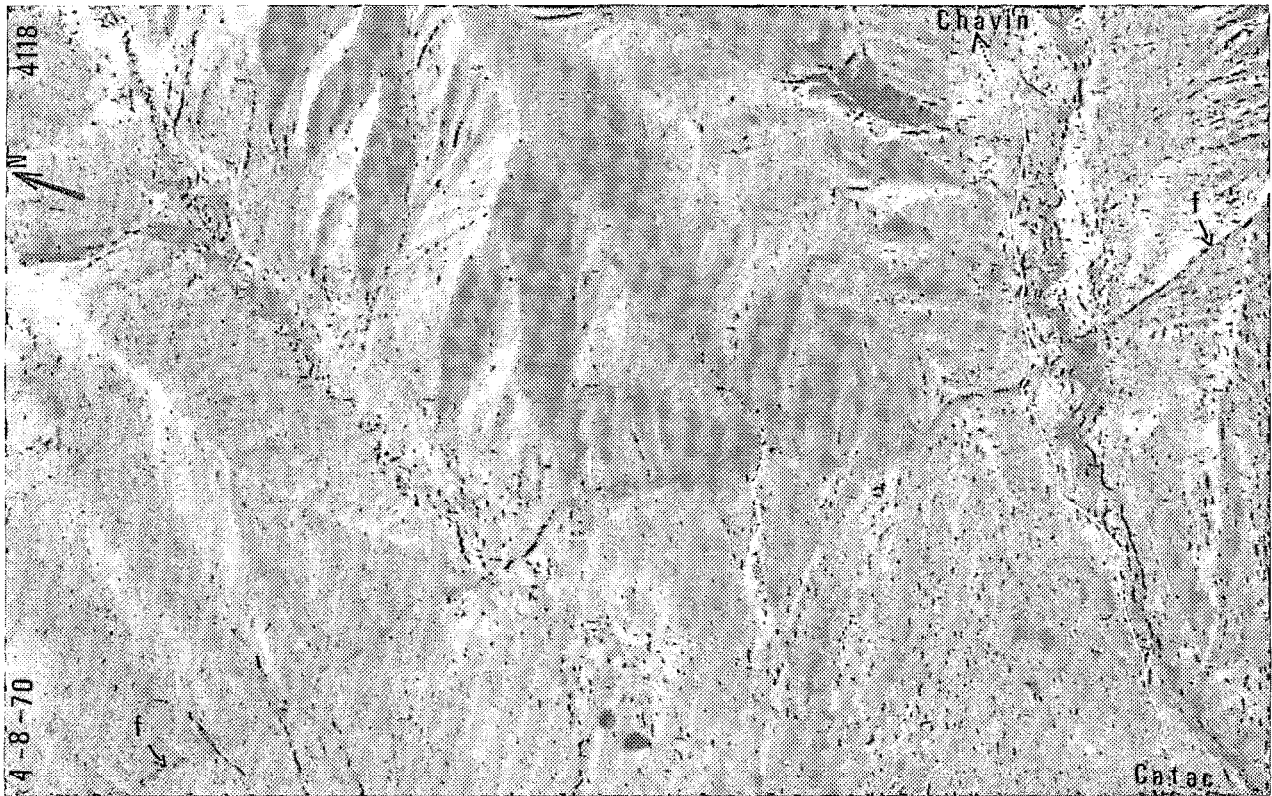


PHOTO 1

YANAMAREY  
5220 m

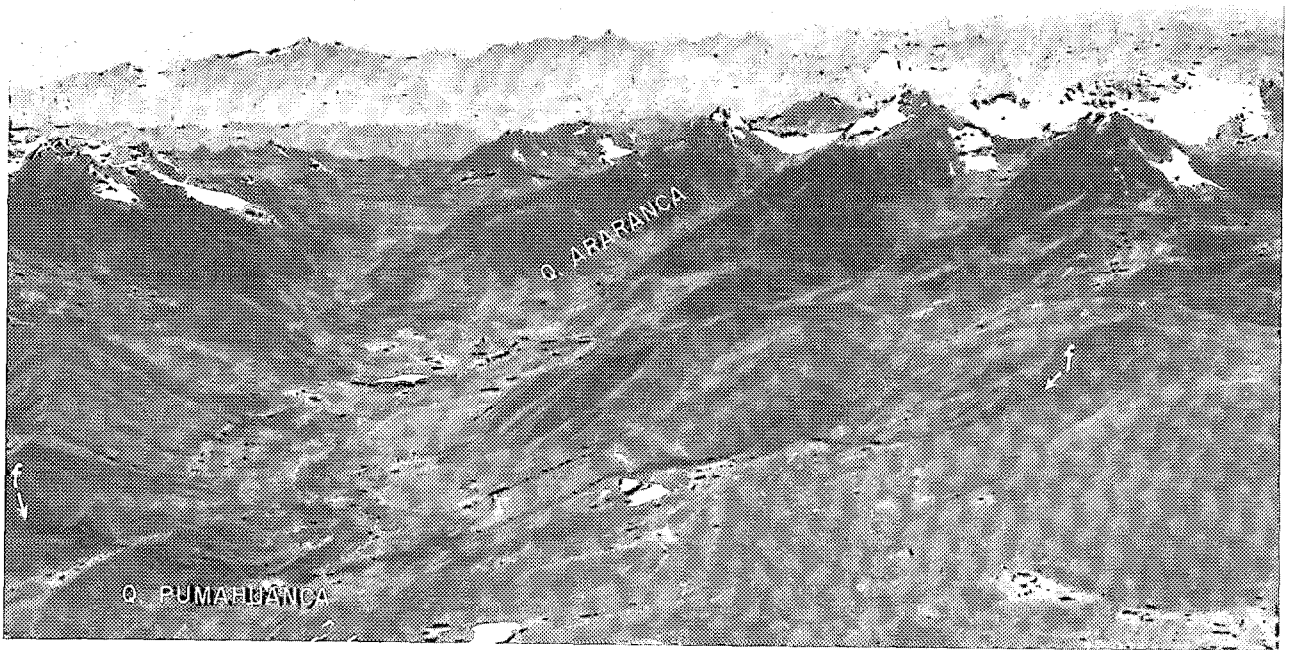


PHOTO 2

URUASHRAJU  
5735 m

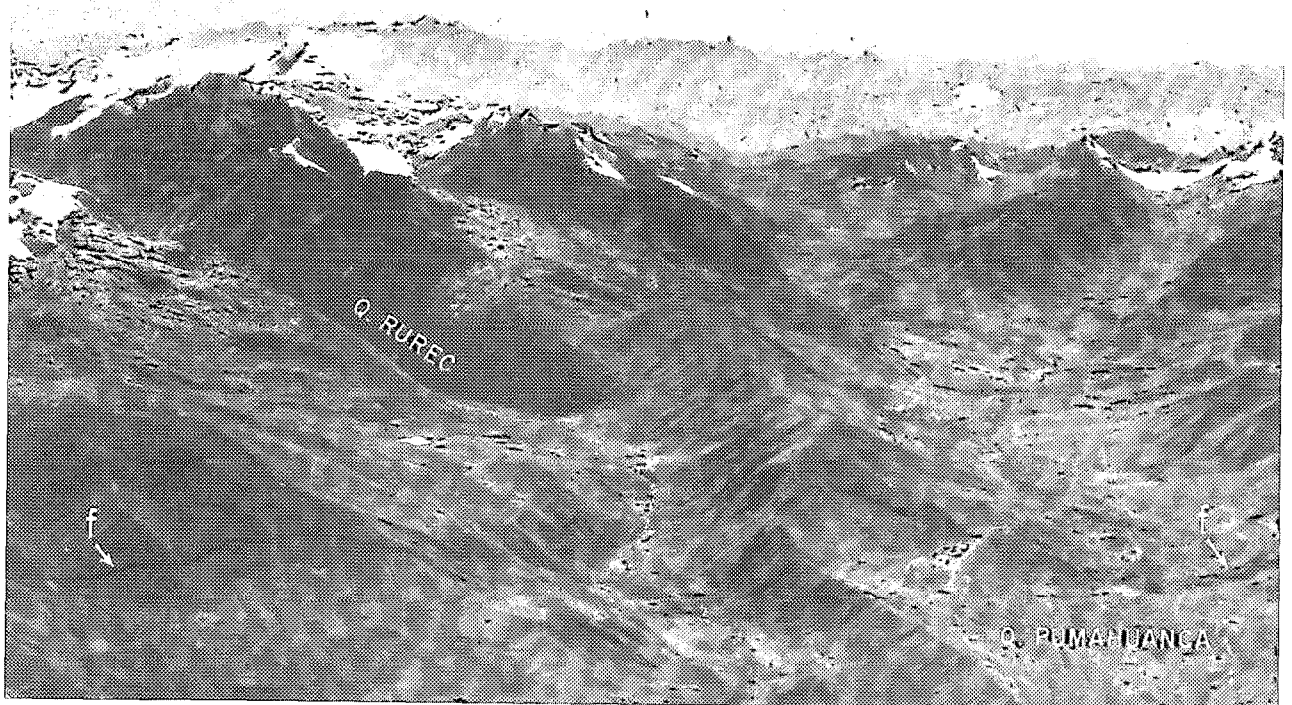


PHOTO 3



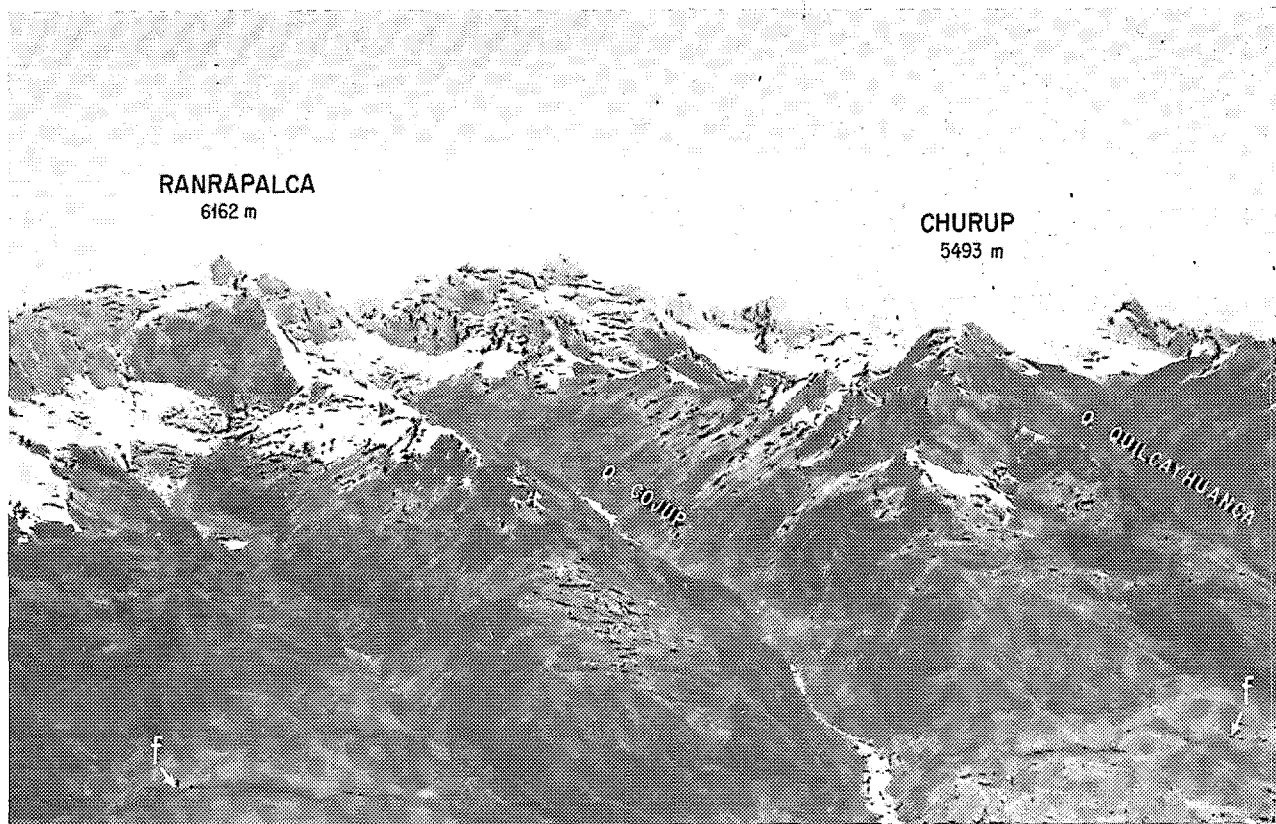


PHOTO 4

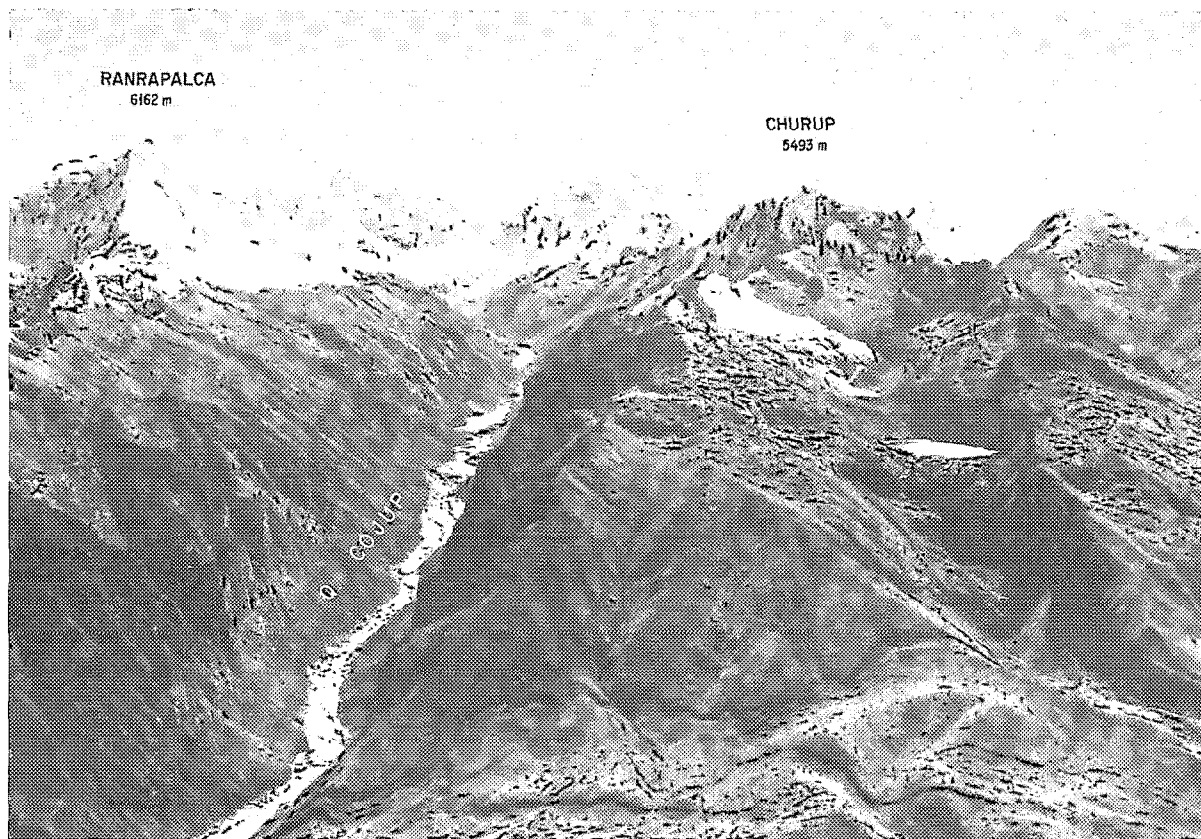


PHOTO 5

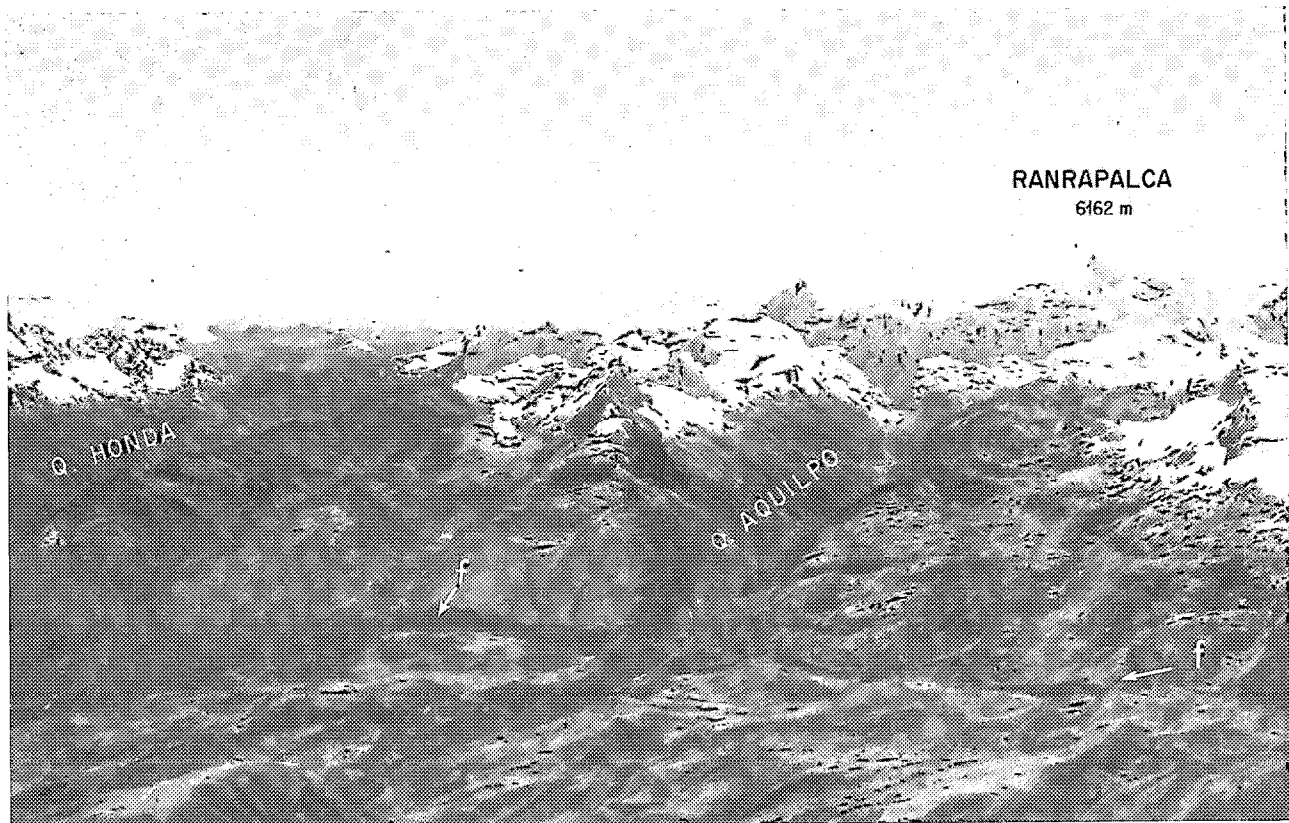


PHOTO 6

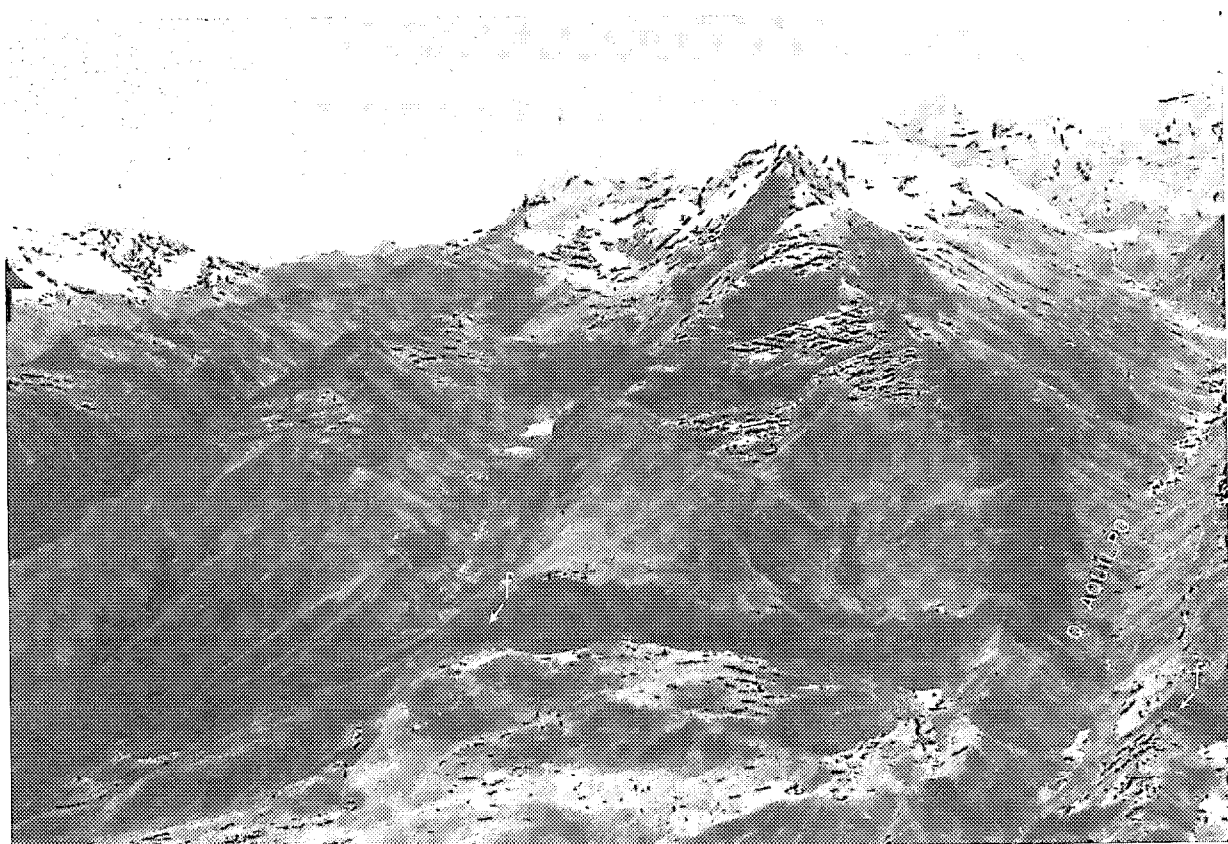


PHOTO 7



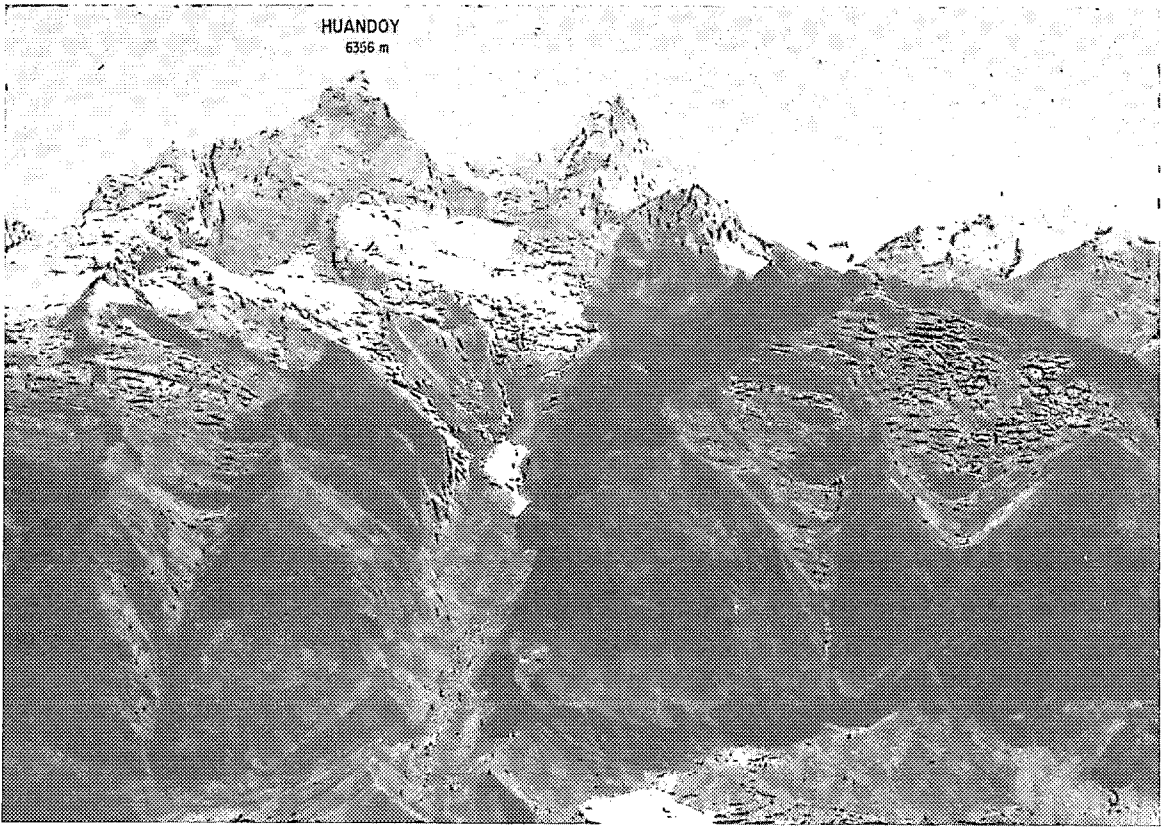


PHOTO 8

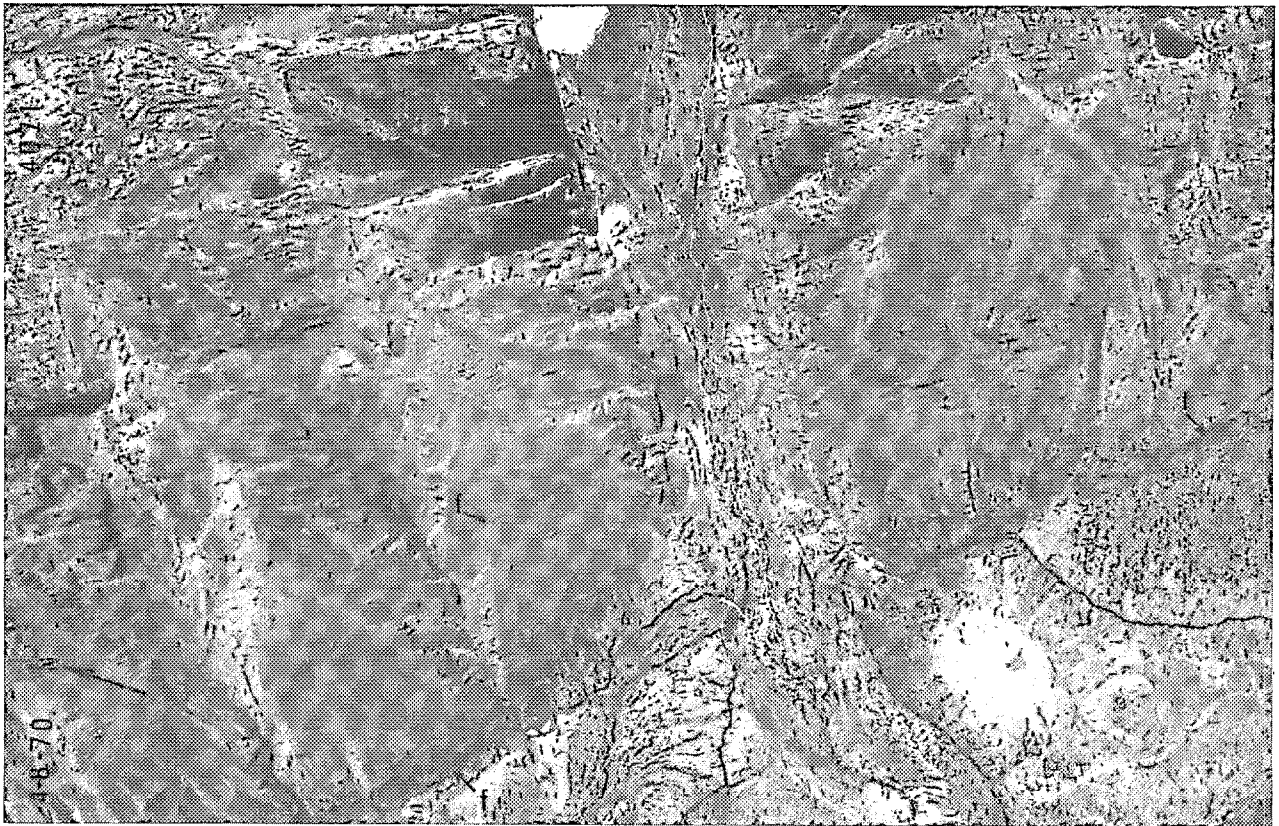


PHOTO 9